

# **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫХ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Светличный М.С., группа ИУС-06вм

Руководитель доц. Орлов Ю.К.

Прогнозирование продаж в наибольшей мере эффективно в том случае, когда чётко определены и оценены все влияющие факторы и выбрана оптимальная функциональная зависимость. Необходимо исходя из большого количества факторов построить наиболее оптимальную адекватную модель в которой все коэффициенты были бы значимы. Только в этом случае такая модель может быть использована для принятия решений и построения прогноза продаж.

Наиболее рациональными и эффективными методами прогнозирования считаются так называемые адаптивные методы прогнозирования, которые используют для нахождения текущих прогнозных значений предыдущие динамически изменяющиеся данные. К таким методам можно отнести метод группового учёта аргументов (МГУА) .

Адаптивные модели и методы имеют механизм автоматической настройки на изменение исследуемого показателя. На её основе делается прогноз, который сравнивается с фактическими наблюдениями. Далее модель корректируется в соответствии с величиной ошибки и вновь используется для прогнозирования следующего уровня, вплоть до исчерпания всех наблюдений. Таким образом она постоянно модифицируется, используя более новую информацию, приспосабливается к ней и к концу периода наблюдения отображает тенденцию, сложившуюся на текущий момент прогноза.

Первоначальная оценка параметров является важнейшей частью

исследования и заключается в удалении незначимых коэффициентов модели. Наиболее эффективным методом исключения и оценки значимости коэффициентов модели является корреляционный и регрессионный анализ.

В таблице 1 перечислим основные группы и факторы которые влияют на прогнозирование продаж кондитерской продукции:

Таблица 1 – Факторы влияющие на прогнозирование продаж кондитерской продукции.

№	Фактор
<b>ФАКТОРЫ ПРОДУКТА</b>	
1	продажи продукции за период
2	производство продукции за период
3	Средневзвешенная цена продукции за период
4	Территориальное распределение продаж
5	Срок годности продукции
6	Внешние и вкусовые характеристики продукта
<b>МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ</b>	
1	ВВП страны для которой производится прогнозирование
2	Инфляция за период
3	Учетная ставка НБУ и Центробанка
4	Актуальные курсы валют
5	Ставка НДС
6	Количество рынков розничной торговли
7	Количество объектов розничной торговли
<b>СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ</b>	
1	Численность населения
2	Доходы населения
3	Средняя зарплата населения
4	Структура расходов населения
<b>СЫРЬЕВЫЕ ФАКТОРЫ</b>	
1	Рыночная цена нефти
2	Цена газа для промышленных предприятий
3	Цена электроэнергии для промышленных предприятий
4	Рыночная цена сахара
5	Рыночная цена муки
6	Производство сахара
7	Рыночная цена какао
8	Рыночная цена молока
<b>КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ</b>	
1	Сезонность продаж
2	Среднемесячная температура
<b>КОНКУРЕНТНЫЕ ФАКТОРЫ</b>	

1	Количество предприятий производящих аналогичную продукцию
2	Средневзвешенная цена продукции конкурентов
3	Производство аналогичной продукции конкурентами
4	Продажи аналогичной продукции конкурентами
5	Экспорт продукции конкурентами
6	Импорт продукции конкурентами
ПОЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	
1	Реприватизация
2	Ограничения на экспорт
3	Уменьшение барьеров импорта

В таблице 1 приведены 7 групп, которые включают в себя 36 факторов. При выборе факторов прогнозирования следует произвести их отбор. Отбор производится в зависимости от наличия требуемых данных и от вида продукции, на которую осуществляется прогноз. Для начала целесообразно выбрать 20 факторов и на их основании произвести корреляционный и регрессионный анализы.

Линейная модель множественной регрессии имеет следующий вид:

$$y_j = \sum_{i=1}^n a_i x_{ij} + \varepsilon_j, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  - коэффициенты модели;  $y_j, x_{ij}$  - соответственно значения j-ой функции (зависимой переменной) и i-ой независимой переменной;  $i=\overline{0, n}$ ;  $j=\overline{1, N}$ ,  $\varepsilon_j$  - случайная ошибка; n – число независимых переменных в модели (в ряде случаев полагается, что  $\alpha_0$  - свободный член и  $x_{0j}=1$ ).

В векторном виде эта модель записывается так

$$Y = X\alpha + \varepsilon, \quad (2)$$

где вектор  $Y^T = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  и вектор  $\alpha^T = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  - соответственно векторы значений зависимой переменной и коэффициентов модели, матрица порядка (nxN);

$$X = \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n} \\ \dots \dots \dots \\ x_{N1}, x_{N2}, \dots, x_{Nn} \end{bmatrix} - \text{матрица независимых переменных};$$

$\varepsilon^T = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$  - вектор случайных ошибок.

Неизвестные коэффициенты модели находятся из условия минимума расогласований, который представляет собой сумму квадратов расогласований реальных значений зависимой переменной и значений. В векторном виде функционал расогласований записывается так.

$$\Phi = (Y - X\alpha)^T (Y - X\alpha) \rightarrow \min . \quad (3)$$

Условие минимума  $\Phi$  реализуется при равенстве нулю первых производных функционала по неизвестным коэффициентам, т.е.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha_i} = 0; i = \overline{0, n} . \quad (4)$$

Данное условие эквивалентно выполнению векторного соотношения  $X^T X\alpha = X^T Y$ , что даёт значения оценок коэффициентов модели

$$\hat{\alpha} = (X^T X)^{-1} X^T Y . \quad (5)$$

Надёжность получаемой с помощью оценок  $\alpha$  модели определяется с помощью величины остаточной дисперсии и коэффициента множественной корреляции, вычисляемого по формуле

$$R = \sqrt{1 - \frac{D}{D_{(n+1)(n+1)}}} , \quad (6)$$

где  $D_{(n+1)(n+1)}$  - алгебраическое дополнение определителя корреляционной матрицы  $r = r[x_i, x_j], (i, j = \overline{0, n})$  к элементу  $r_{x_{n+1}x_{n+1}}$ . Величина  $R^2$ - наиболее важный показатель множественный коэффициент детерминации (он показывает долю общего разброса относительно выборочного среднего зависимой переменной).

Важен этот показатель ещё и потому, что по нему можно найти число неучтённых факторов в модели. Для этого вычисляется величина  $\sigma$ :

$$\sigma = (1 - R^2) * 100\% . \quad (7)$$

Для адекватного прогнозирования эта величина не должна превышать  $\sigma = 15\%$ .

Наличие связи между зависимой переменной  $y_i$  и независимыми переменными  $x_{ij}$  определяется с помощью коэффициентов корреляции

$$r_{yx_i} = \frac{S_{yx_i}^2}{\sqrt{S_{yy}^2 S_{x_i x_i}^2}}, \quad (8)$$

где  $S_{yx_i}^2; S_{yy}^2; S_{x_i x_k}^2 \dots$  - коэффициенты ковариации, определяемые по формуле

$$S_{x_i x_k}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_k), \quad (9)$$

где  $\bar{x}_i, \bar{x}_k$  - средние значения независимых переменных  $x_i$  и  $x_k$ .

Далее строится матрица парных коэффициентов корреляции, размер которой зависит от количества факторов в модели и на основании наиболее сильной зависимости между независимыми величинами  $x_{ij}$  и зависимой  $y_i$  производится отбор коэффициентов для следующего анализа. Значение парного коэффициента корреляции между переменной  $x_i$  и  $y$  должно быть максимально приближено к 1.

Надёжность коэффициента множественной корреляции определяется по критерию Фишера

$$F = \frac{R^2(N-n-1)}{(1-R^2)(n-1)}, \quad (10)$$

при заданном уровне надёжности и степени свободы  $v_1 = n$  и  $v_2 = N - n$ .

Для определения наименее значимого фактора, необходимо сравнить факторы по критерию Стьюдента и проанализировать значение этого критерия. Из всех значений выбирается наименьшее.

Данная процедура повторяется до тех пор, пока в модели не будут исключены все незначимые коэффициенты и построенная модель на основе её проверки по критерию Фишера будет адекватна.

В результате проведения корреляционного и регрессионного анализа на основании критериев оценки параметров в конечном итоге получаем интересующие нас факторы влияющие на прогнозирование продаж кондитерских изделий. На основании этих факторов можно осуществлять наиболее точные прогнозы продаж.

Предварительный отбор наиболее значимых факторов обеспечивает

более эффективное прогнозирование как по машинным затратам времени прогноза, так и по вероятности ошибки прогноза в результате плохого анализа факторов непосредственно в алгоритме прогнозирования, либо в результате оперирования незначимыми факторами, что зачастую приводит к значительным ошибкам.

#### Перечень ссылок

1. Методы прогнозирования в условиях рынка учебное пособие Э.Е. Тихонов. Невинномысск 2006г.
2. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами А.Г. Ивахненко, Изд. Техника, Киев – 1975г.